

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ФРАГМЕНТАЦИИ И СФЕРОИДЕЗАЦИИ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ В СПЛАВЕ АК7 ($AlSi_7Mg_{0,3}$) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ОТЛИВОК

Бурлуцкая Д.М.

Руководитель – доц., к.т.н. Аникина В.И.

ФГАОУ ВПО СФУ, г. Красноярск, dahaka2007@yandex.ru

Актуальность настоящей работы вызвана необходимостью выявления зависимости степени сфероидизации и фрагментации эвтектического кремния в сплаве АК7 от режимов термообработки для обеспечения высокого уровня механических и эксплуатационных свойств колес.

Для работы исследовали образцы сплава АК7, вырезанные из колеса, которые подвергали металлографическому анализу на микроскопе Observer.D1m.

Первоначально для оценки степени фрагментации и сфероидизации был использовали метод случайных секущих Салтыкова, однако он обладал существенными недостатками: большой трудоемкостью получения исходной информации и весьма узкими рамками в части варьируемых размерных параметров исследуемой структуры и невозможностью моделирования полидисперсной разноточечной структуры. В связи с этим на кафедре (МиТОМ и ПМиАСУ) была разработана программа Analyz, которая позволила производить расчеты быстро и качественно.

Данная программа дала возможность:

- выявлять общее соотношение по фазам в процентах;
- производить подсчет площади микрочастиц;
- определять количество микрочастиц в многофазных сплавах.

Суть программы заключается в осуществлении попиксельного обхода точек, значение которых равно выбранным цветам, в случае, если значения точек не равны этим цветам, программа их не учитывает. Обход осуществляется крестом, начиная с выбранной точки (рисунок 1).

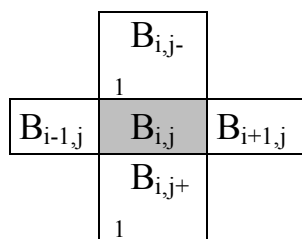


Рисунок 1 - Шаблон обхода микрочастицы

Пример изображения микрошлифа в световой микроскоп одного из образцов (рисунок 2); выделенным квадратом показано место, на котором

производили расчет Si-частиц. Преобразования, сделанные машиной, представлены на рисунке 3.

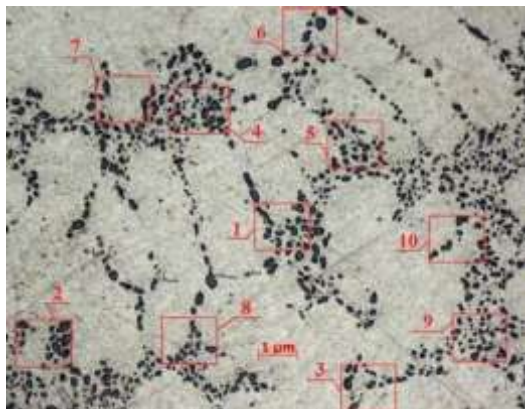


Рисунок 2 – Изображение микроструктуры шлифа для расчета площади Si-частиц в сплаве АК7, х320

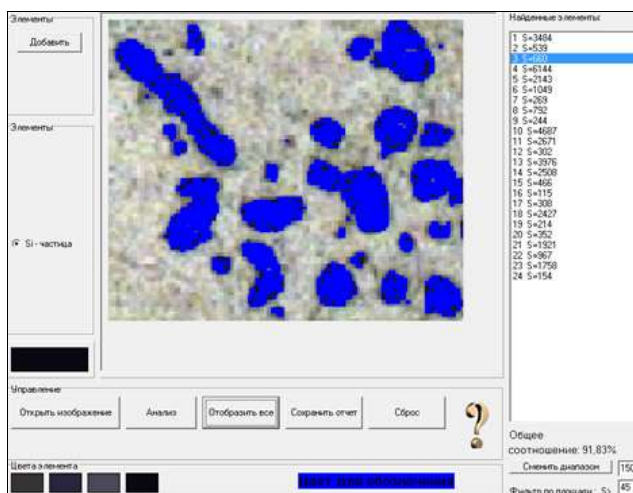


Рисунок 3 – Расчет площади Si-частиц для сплава АК7

Первоначально открывали преобразованный файл изображения. Затем вводили название элемента, который необходимо распознать (эвтектика $\alpha + \text{Si}$), через цветовую гамму, количество контрольных цветов (от 1 до 4). Затем выбирали цвет для обозначения элемента. После чего на изображении отмечали контрольные цвета на фотографии микрошлифа (в нашей работе их было 4) и подтверждали нажатием кнопки. После нажатия на кнопку машина производила расчет площади кремниевых частиц в эвтектике ($\alpha + \text{Si}$).

Отливку получали на производстве с достаточно высокой скоростью охлаждения. Термическую обработку сплава АК7, включающую закалку с температуры 540 °С с различным временем выдержки 4, 6, 8, 10 и 12 часов, (которые были рекомендованы предприятием) и последующее искусственное старение при температуре 160 °С, и времени выдержки 6 часов проводили в лаборатории кафедры.

Анализ микроструктуры показал, что термическая обработка в результате изменения морфологических параметров структуры внесла заметный вклад в формирование отливки и привела к существенным изменениям исходной литой структуры. Изменилась морфология фаз кристаллизационного происхождения. В процессе изотермической выдержки произошла фрагментация монокристаллов кремния внутри каждой колонии и последующая их коагуляция. В результате после закалки произошло принципиальное изменение структуры колоний алюминиево-кремниевой эвтектики, на месте бывших эвтектических колоний возникли скопления множества компактных Si кристаллов.

Таким образом, исходя из полученных результатов расчета по программе «Analyze» смогли оценить зависимость площади Si частиц от режима термообработки.

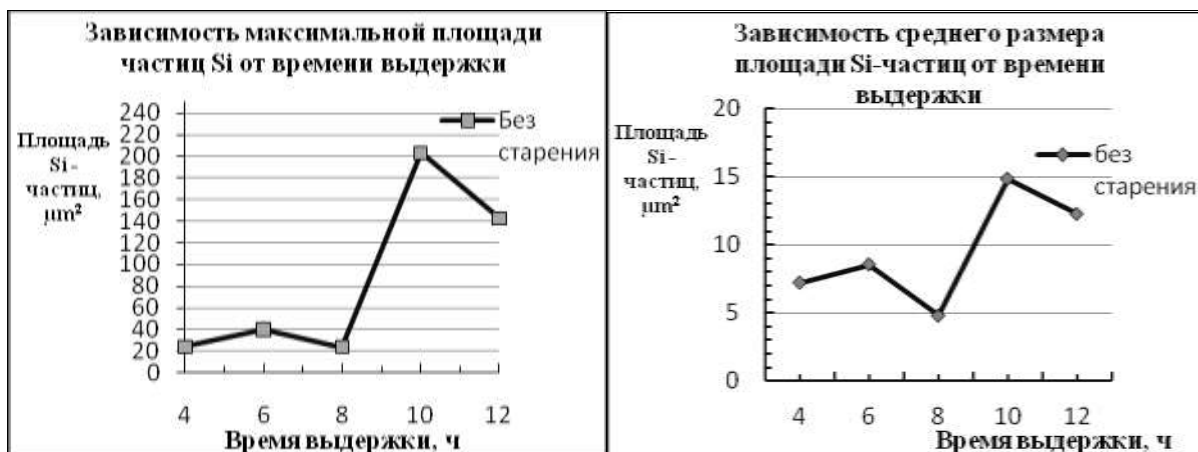


Рисунок 4 – Зависимость размера площади Si-частиц от времени выдержки сплава АК7, полученного после закалки

Как показали графики, представленные на рисунке 4 площадь средних Si-частиц с увеличением времени выдержки при закалке увеличивается в интервале от 7 до 15 μm^2 . Эта же тенденция наблюдалась и для максимальных площадей Si-частиц, связанная с процессом коалесценции, т.е. роста одних частиц за счет других. Следует отметить неравномерность протекания подобных процессов в разных кристаллах, поэтому качественная сравнительная оценка степени формоизменения в зависимости от времени нагрева требует просмотра достаточно большого количества участков шлифа.

На рисунке 5 изображен график, полученный с использованием программы «Analyze».

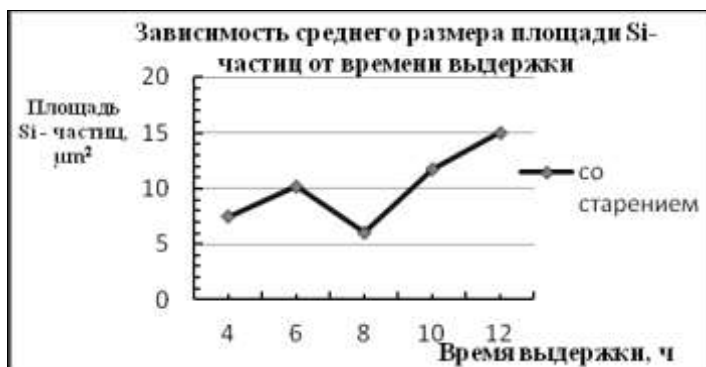


Рисунок 5 – Зависимость среднего размера площади Si-частиц от времени выдержки сплава АК7, полученного после закалки и последующего искусственного старения

Результаты проведенных экспериментов показали, что исследованные при данных режимах процессы старения не оказали влияния на рост кремнистых частиц, что видно при сравнении, обработанных на ЭВМ микроструктур, представленных в виде графиков на рисунках 4 и 5.